⑪ 58-64

动 物 学 研 究 2000, Feb. 21 (1): 58~64 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

夜鹭繁殖习性与生长发育研究 Q959.722

朱曦[①] 杨士德[②] 邹小平[②] 陈伟贞[①] 任金波[①]
(①浙江林学院 临安 311300) (②余杭市林业水利局 临平 311100)

摘要：1994～1998年对夜鹭繁殖习性与生长发育进行了研究。夜鹭于4月中下旬迁到浙江，9月下旬、10月初迁离，居留期165天。巢距地高8.51 m。平均窝卵3.49枚，孵卵期22～26天，育雏期30～35天。年繁殖力3.50只。雏鸟体重生长模型为：$W_t = \frac{560}{1+e^{-0.231(t-12)}}$($R^2 = 0.99$)；体长、体重关系式为：$W = 0.000246L^{2.5029}$。雏鸟体温发育分为3个时期：①紊乱期(1～16天)；②上升期(17～28天)；③稳定期(28天以后)。食性为鳌虾(45%)；鲫鱼、草鱼、麦穗鱼(40%)；泥鳅(15%)。

关键词：夜鹭；繁殖习性；生长；恒温能力；食性、发育、恒温机制
中图分类号：Q959.7⁺22 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2000)01-058-07

夜鹭（*Nycticorax nycticorax*）为鹭科中型鸟类，全世界有4个亚种，其中*N. n. nycticorax*分布于荷兰、日本、巽他群岛、非洲(Howard等，1991)。在我国自东北吉林松花江至海南岛均有分布(Cheng，1987)。

有关夜鹭的研究较早(Groos，1923；Allen，1937；1940；Noble 等，1938；Nickell，1966；Hunter 等，1976；Ashkenazi 等，1997；Kazantzidis 等，1997)。国内曾在繁殖(钱国桢，1986；文祯中，1991；任青峰，1994)；幼雏食性(颜重威，1991)；越冬(赵肯堂，1989)；生态位和种间关系（朱曦等，1998）等方面进行了研究。由于夜鹭营巢在树上，9日龄后就有一定的活动能力，捕捉难度随日龄增加而增大，因此对雏鸟生长的测定都未能超过25日龄。雏鸟人工饲养和进行研究仍属空白。鉴于此，作者于1994～1998年在鹭类生物学研究的同时，进行了夜鹭雏鸟的人工饲养，并作了长达51天的测定，现将结果作一报道。

1 工作地点与方法

1994～1997年在浙江常山县太公山鹭类保护区，1997～1998年在杭州余杭仓库进行定点研究。有关太公山鹭类保护区的地理已有描述(朱曦，1998)。杭州余杭鹭类营巢地位于30°22′N，120°0′E，三面环山，相对高度约50 m，面积24.4 hm²，森林覆盖率85%以上。鹭群营巢于针阔混交林、毛竹(*Pyllostachys pubescens*)林中，栖息地面积为4.72 hm²。主要树种除马尾松(*Pinus massoniana*)外，还有枫香(*Liquidambar formosana*)、苦槠(*Castanopsis sclerophylla*)、麻栎(*Quercus acutissima*)、构树(*Brossonetia papyrifera*)、乌桕(*Sapium sebiferum*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、檫木(*Sassafras tsumu*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*)、杉木(*Cunnighamia lanceolata*)、毛竹等。林下灌木有野山楂(*Crataegus cuneata*)、柃木(*Eurya* sp.)、野茉莉(*Styrax* sp.)等。

4月中旬鹭类迁到后，在鹭类栖息区内随机作10个10 m×10 m样方，对巢数、巢高、营巢树木种类作了调查。繁殖期间对巢、卵、雏进行标记，定时检查，采用查巢数，直接计数等方法统计各种鹭数量。用游标卡尺（精度0.02 mm）测量卵径、雏鸟喙长。用感量为0.1 g的扭力天平和感量为0.5 g的天平称卵及雏鸟体重。1997年5月下旬在野外采集已作标记的3～5日龄雏鸟8只进行人工饲养，饲养室82 m³、室内置枯树供幼鸟停栖用。10日龄前雏鸟以切碎的杂鱼、泥鳅喂饲，喂5次/日。10日龄以后以盆养活杂鱼、泥鳅供自由采食，直至51日龄。

收稿日期：1999-04-05；修改稿收到日期：1999-10-08
基金项目：中国野生动物保护协会资助项目，浙江省教委资助项目

采用Ricklefs（1967）拟合生长曲线方程图解法，计算雏鸟的生长曲线；Hoyt（1979）公式 $V = K_v \times LB^2$ 计算卵体积；Nicl（1937）公式：繁殖力＝[（平均卵数/窝）×孵化率×（窝数/年）]/2（1对成鸟）来计算繁殖力。体温测定用北师大实验仪器厂生产的SY-2型数字温度计（精度0.01℃）。

2 结　果

2.1 分布与数量

鹭群于1989年迁到常山县太公山，1991年7月建立太公山鹭类保护区。鹭种类有夜鹭、池鹭（*Ardeola bacchus*）、白鹭（*Egretta garzetta*）和牛背鹭（*Bubulcus ibis*）等4种。余杭仓库鹭群于1990年开始迁入，现逐年增多。据1998年7月调查，鹭群总数量已达7 000～9 000只。鹭种除上述4种外，还发现有黄嘴白鹭（*Egretta eulophotes*）。

夜鹭一般在4月中下旬迁到，9月底、10月初迁离，居留期约165天。鹭群密度为0.504只/m^2（1997－06－02）、0.1974只/m^2（1998－04－27）和0.5175只/m^2（1998－05－07）。

营巢地中，不同鹭种群形成相对集中的分布区。夜鹭、白鹭占据中心区高大的树种筑巢。据余杭仓库137株营巢树统计，马尾松占66.4%，石栎8%，毛竹5.1%，构树3.6%，杉木3.6%，麻栎1.5%。

繁殖期间根据样方法统计，夜鹭的数量太公山为699只（1994－04－22），450只（1996－04－18），2 772只（1997－05－02），5 520只（1997－06－02）。余杭仓库为3 980只（1997－04－27），4 661只（1998－04－27）、6 229只（1998－05－07）。刚迁到一周内数量增长较快。

夜鹭为昼伏夜出鸟类，一般在18:30开始出飞，19:00左右达到高峰。清晨约4:30开始陆续返回栖息地，白天站立枝头休息。育雏期间白天也会外出觅食。

2.2 繁殖和繁殖力

2.2.1　巢和卵　①巢。夜鹭迁到3～4天后即开始营巢，早迁到的鹭先占领有利位置筑巢，常利用旧巢加以修整完成。巢置针叶、阔叶树冠或毛竹上层枝梢间，呈浅盘状，由较粗的树枝交搭而成，比较简陋和粗糙。据128巢测量，巢大小为：外径30～50 cm；内径20～30 cm；深3.5～8 cm，平均距地高（8.51±1.32）m。营巢期3～5天。②卵。夜鹭于4月下旬进入产卵期，产卵多在清晨，隔日或隔2～3日产1枚卵。产卵期6～9天。卵蓝绿色，钝椭圆形。据34窝观测，平均窝卵3.49枚（1～5枚），窝卵及卵大小列表1。

表1　夜鹭窝卵数、卵重和卵大小

Table 1　The mean clutch size, egg weights and egg size in the Night Heron

	日期（date）	窝数（number of nests）	卵数/枚（number of eggs）	范围/枚（range）	平均窝卵/枚（mean clutch size）	卵重/g（egg weights）	卵长径/mm（egg length）	卵短径/mm（egg breadth）
常山太公山（Changshan, Taigong Hill）	1994－05－25	17	58	2～4	3.41	29.0（925.4～33.9）	44.0（42.1～53.2）	32.6（31.4～36.3）
常山太公山（Changshan, Taigong Hill）	1997－05－22	6	20	1～4	3.23	30.9（29.3～32.4）	46.6（44.71～48.5）	35.4（34.8～36.2）
杭州余杭（Hangzhou, Yuhang）	1998－06－01	12	44	1～5	3.67	32.4（31.0～36.3）	47.8（46.0～49.4）	35.7（35.0～37.3）

根据Hoyt（1979）计算卵体积公式 $V = K_v \cdot LB^2$、体积系数 K_v 为0.51（Loftin等，1978；Hoyt，1979）及鲜卵重公式 $W = K_w \cdot LB^2$，重量系数 K_w 为0.50，计算得常山夜鹭卵体积为29.40 mL（1997），鲜卵重29.20 g；余杭夜鹭卵体积是31.01 mL（1998），鲜卵重31.92 g，余杭夜鹭卵体积及卵重稍大。

2.2.2　孵卵　夜鹭孵卵由双亲交替进行，白天坐巢时间以雌鸟为多，雄鸟常立于巢旁附近的枝条上。产第1枚卵后便有孵卵现象，但开始坐巢时间不长，随着产卵量的增加，坐巢时间延长。

据常山太公山夜鹭观察，1994年4月20日产第1枚卵，5月16日孵出第1只雏鸟；1996年首枚产卵日期为4月26日；1997年为4月25日，最早见到雏鸟为5月22日。杭州余杭1998年最早见到产卵日期为4月27日，5月20日已孵出第1雏。可见夜鹭在浙江的孵化期为22～26天。

根据Rahn（1974）计算孵化期公式 $I = 12.03E_W^{0.217}$，E_W 为卵的鲜重（g），得出夜鹭的孵化期为25.60天。常山太公山1997年夜鹭孵化期为25.32天，均与野外观察结果相近似。

繁殖力是鹭种群增长的重要指标，它决定着种群的发展趋势，对余杭12窝44枚卵测定，孵化率为95.45%，成活率95%。育雏期为30～35天。根据Nicl（1937）公式计算，繁殖力为3.50只/对。

2.3 雏鸟生长

2.3.1 生长曲线 据8只鹭雏鸟测量，雏鸟孵出当日平均体重为（26.8±1.57）g，但它的增长很快（图1），在日龄20天以前，几乎是直线生长，特别是前几天，增长的速度更快。据5只雏鸟测量，32日龄时体重为（560±5.94）g，达到体重的95.2%，但以后体重下降。这是因为雏鸟活动能力增长。39日龄雏鸟已会飞翔，能量消耗增大，体重相对减轻，但体长、翅长等都正常生长。

夜鹭雏鸟生长过程中，在24日龄前体重增长呈"S"型，拟合效果较理想。采用Ricklefs(1967)拟合生长曲线方程图解法，用夜鹭雏鸟个体平均重建立的生长模型，渐近线为560 g，拐点12天，生长率（K）为0.231，$t_{10\sim90}$为19天。雏鸟生长模型为$W_t=\frac{560}{1+e^{-0.231(t-12)}}$，预测误差：18.2607，$R^2=0.99$。

2.3.2 生长量的分析 ①体长的生长：夜鹭雏鸟最初无尾羽，体长实际上为肉体长，据8只3日龄雏鸟测量，尾羽长为（5±0.702）mm，体长为（115±4.701）mm，尾长仅占体长的4.35%；8日龄时尾羽长（10±0.673）mm，体长为（168±5.411）mm，百分比为5.95%，以后百分比逐日增大，到51日龄时尾长（107±7.312）mm，体长（547±8.909）mm，尾长已占体长的19.56%。

②翅长的生长：翅长的生长与体长相似，也可分为两部分，一部分是前肢的肉体，一部分是羽毛，其中飞羽的生长对鸟类却是最重要的组成部分。在研究翅的生长时，往往把这两部分作为一个整体来看待，并以初级飞羽为代表研究其羽毛的生长情况。

据8只雏鸟测量，雏鸟孵出时，翅长（15±0.643）mm；5日龄前翅长仅为前肢的肉体，5日龄初级飞羽开始生长；8日龄时初级飞羽长（20±1.630）mm，翅长（34±3.561）mm，初级飞羽已占翅长的58.83%；12日龄翅长（61±2.754）mm，初级飞羽长（40±0.866）mm，初级飞羽长度已占翅长的65.57%。32日龄时翅长（228±4.667）mm，初级飞羽长（150±5.411）mm，其中羽片长（110±3.806）mm，初级飞羽占翅长的65.79%；36日龄翅长（247±3.093）mm，初级飞羽长（174±2.982）mm，羽片长（118±2.070）mm，初级飞羽羽端开始出现白斑；40日龄翅长（253±9.012）mm，初级飞羽（190±3.543）mm，初级覆羽端出现白色斑，初级飞羽羽端除第1、2枚外均有白色斑。45日龄翅长（264±6.524）mm，初级飞羽（203±5.613）mm，初级飞羽长已占翅长的76.89%，初级覆羽羽端白斑增大，翼羽羽端白色纤状毛脱落；51日龄翅长（270±4.977）mm，初级飞羽长（198±2.975）mm，初级飞羽占翅长的73.33%。

4日龄前雏鸟翅长日均增长约1 mm；5日龄～36日龄为翅长增长期，各日龄段翅长日均增长、初级飞羽增长分别为：57、51.4 mm；12～21日龄88、39 mm；21～28日龄78、85 mm；28～36日龄74、49 mm；36日龄以后翅长增长减慢，36～45日龄翅长日均增长19 mm，初级飞羽增长32 mm；45～51日龄为10和8.3 mm。

翅长生长过程呈"S"曲线，初级飞羽的生长趋势与翅增长相一致（图2），因为飞羽是构成翅的主要组成部分，翅的生长变化曲线主要受制于飞羽的生长。

③嘴峰的生长：嘴在鸟的胚胎阶段已经生长得相当完好，在雏鸟阶段嘴并未停止生长，只是生长较为缓慢。据8只雏鸟测量，刚孵出时夜鹭雏鸟嘴峰长（13±0.206）mm，在17日龄时长到（46±1.797）mm，已为1日龄雏鸟嘴长的3.5倍。17～28日龄增长10 mm，日均增长1.08 mm。30日龄嘴长（60±1.655）mm，已达成鸟嘴长的88.24%，以后生长缓慢，至51日龄时嘴长（63±2.303）mm，日均增长仅0.14 mm。

按照Huxley（1932）相对生长的公式$y=bx^k$，嘴峰长与体长相对生长情况，求得其函数$y=0.0524x^{1.1897}$。只有24日龄以后几天测定的数据不在曲线上，24日龄前符合规律，这也与24日龄后嘴峰增长缓慢有关。式中k值超过1，也说明嘴峰的生长仍比体长生长相对地快一些。

④跗蹠的生长：1日龄夜鹭雏鸟跗蹠长（16±0.866）mm；19日龄前跗蹠生长与1日龄相比，5～7天跗蹠长度增长1倍。但19日龄以后，跗蹠生长减慢，13天内跗蹠增长只有16 mm。32日龄跗蹠长（80±1.320）mm，之后基本上停止生长。以Hueley（1932）的相对生长公式，检查跗蹠与体长

的相对生长情况，关系式为$y=0.0351x^{1.1321}$，$k=1.1321$，说明跗蹠的生长与体长相比，显然较快。

⑤体长和体重的关系：Thompson（1952）对体长与体重研究时指出，体重与体长的3次方成正比，并称此比数为重长系数（weight－length coefficient）或称量指数（ponderal index）。在各方面的研究中，发现体重与体长的关系并非简单地与体长的3次方成正比，而其关系符合公式$W=aL^n$，式中W为体重，L为体长，a、n皆为常数。根据对夜鹭雏鸟测量的数据。求得这二个常数，关系式为：$W=0.000246L^{2.5029}$。应指出，这一关系式只适合24日龄前的雏鸟。24日龄以后，雏鸟的体长仍继续生长，但体重增加相对较少。

⑥外部各器官生长的比较：夜鹭雏鸟外部各器官的日生长量变化（图2)，仔细比较可以看到各条曲线的最高峰有前后分别出现的现象。嘴的曲线最高峰是从3日龄开始；跗蹠在5日龄；翅在16日龄；尾在19日龄，而高速生长持续到35日龄。嘴、跗蹠的发育早于翅和尾，以嘴为最先；翅晚于跗蹠而先于尾。雏鸟这种外部器官的发育适应功能的需要，也是在演化过程中本身的生物学特点与环境长期适应的结果。

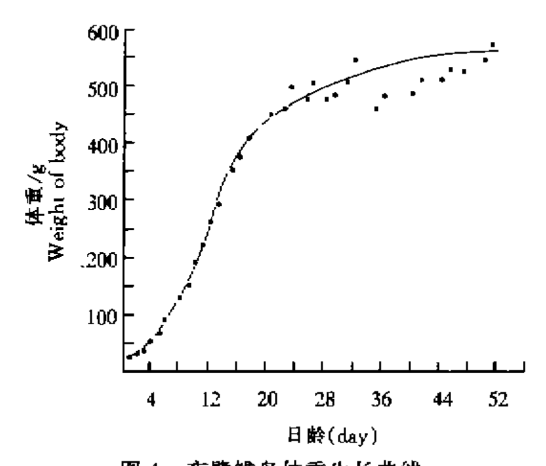


图1　夜鹭雏鸟体重生长曲线
Fig.1　The growing curve of the young

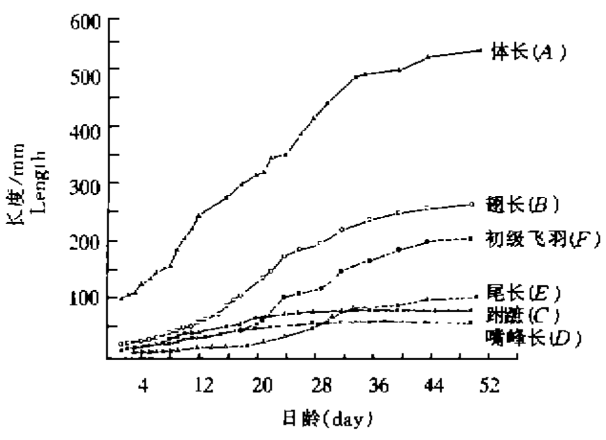


图2　夜鹭雏鸟体长及外部器官的生长变化
Fig.2　Growth change of the nestling

2.4　雏鸟恒温能力发育

早成鸟的体温调节中，热产生能力和阻止热损失的能力强。夜鹭属半晚成鸟，恒温能力晚于早成鸟。夜鹭雏鸟体温变化见图3。

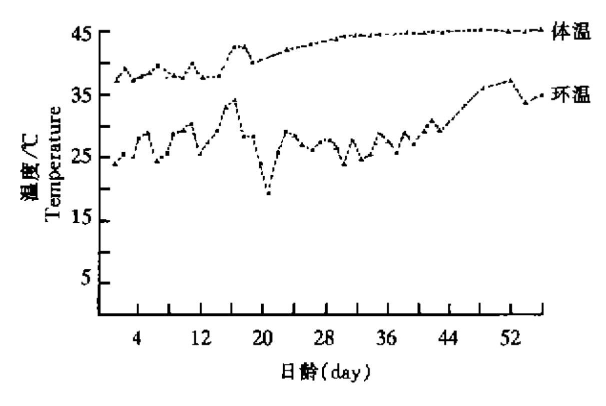


图3　夜鹭雏鸟恒温能力发育
Fig.3　The development of theremoregulative mechanism in young birds

由图3可见，雏鸟恒温能力的发育是随着日龄的增长而逐步趋于完善。夜鹭恒温能力发育的过程大致可分为3个时期：①紊乱期（1～16日龄），雏鸟体温调节机制未发育完善，体温随日龄增加而产生不稳定变化，但总的趋势是体温上升。从33.8℃上升到38.5℃，平均每天上升约0.29℃，但体温变化幅度大。②上升期（17～28日龄），体温从36℃上升到40℃，平均每天上升0.36℃。③稳定期(恒温期)，即28日龄以后，体温稳定在40～41℃之间，体温变化幅度小，28～51日龄间平均每天上升0.06℃，已不受环境温度的影响，恒温能力发育趋于完善。

2.5　食　性

对夜鹭雏鸟逆呕和巢内外所采食团进行分析，食物为甲壳类(Crustacea)，鲈形目(Perciformes)慈鲷科（Cichlidae），鲤形目（Cypriniformes）鲤科(Cyprinidae)，鲫鱼(*Carassius* spp.)，鲶目(Siluriformes)胡子鲶科(Clariidae)以及蛙(*Rana* spp.)(颜重威，1991)等。常山夜鹭食物主要是鱼类，但余杭夜鹭除鱼类外，还有螯虾(*Cambaroides*)。据余杭观察，不同日龄夜鹭雏鸟的食性也有差异。低日龄雏

鸟的食物为亲鸟呕吐的半消化鱼类,6～7日龄后为小型鱼类,并出现螯虾。以后随日龄增加,螯虾的比例增高。食物频次百分比分别为:螯虾45%;麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、鲫鱼(*Carassius auratus*)、草鱼(*Ctenopharyngodon idellus*)40%;泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)15%。螯虾比例增高与余杭水网地带近年河水污染,螯虾繁殖过多有关。

3 讨 论

3.1 夜鹭在鹭类群栖中的地位

鹭类混群繁殖地中,不同鹭种群形成相对集中的分布区,而对营巢树种的选择不太严格。但因地域差异,营巢树种也有不同(朱曦,1996)。常山夜鹭主要分布在西北面的高大枫香、香樟、麻栎树上,余杭夜鹭主要占据中心区的马尾松、石栎、毛竹、构树、麻栎等树营巢。在常山、余杭,4月下旬夜鹭种群数量在混合鹭群中分别占40%和51%,较先达到稳定,为群体中的优势种。夜鹭占据繁殖地中心区或地势优越的高大乔木上。这与夜鹭迁到时间较其他鹭早,有充分选择占领巢址的机会。同时,也与繁殖期间夜鹭护域行为较强有关。鹭的混群聚集繁殖是鹭类协同进化的结果。鹭视觉敏锐,警觉性高。夜鹭为昼伏夜出鸟类,白天集中栖息于树冠部、站得高,看得远,在鹭混合群中具有警觉防卫能力。对于更好地发现周围的食物源和信息也是比较有利的。

3.2 迁到期和产卵

夜鹭在浙江为留鸟(朱曦等,1988;诸葛阳等,1990)。近年作者研究表明应为夏候鸟、留鸟。常山位于浙江中部金衢盆地西部,夜鹭3年迁到日期为4月12日(1995)、4月18日(1996)和4月16日(1997),9月中下旬迁离。余杭地处杭州郊区,夜鹭迁到日期为4月18日(1997),4月29日(1998),均较常山为迟,而迁离时间反比常山早几天。该两地的夜鹭应属夏候鸟。1997年1月在杭州笕桥机场、半山钢铁厂附近发现数以千计的大群越冬夜鹭。1998年3月30日在杭州机场水杉林已发现夜鹭筑巢(而常山及相距杭州机场不远的余杭夜鹭则未迁到),繁殖现象较早。该夜鹭种群可能是北方夜鹭南迁越冬后留居而形成的留鸟。

上海西郊越冬后留下的夜鹭6月12日产第1枚卵(钱国桢等,1986)。从浙江近年研究看,产卵日期为4月26日(常山)和4月27日(余杭)。河南为4月14～22日(文祯中,1991);山西4月中旬(张龙胜等,1994);宁夏4月13日(任青峰,1994)。上海夜鹭产卵显然过迟。钱国桢等(1986)认为造成产卵迟的原因是夜鹭幼鸟性腺发育较迟,对外界刺激没有成鸟敏感之故。作者研究表明,一年龄幼鸟在繁殖区仅有筑巢行为,而且营巢期晚于参与繁殖的成年鸟。二年龄的幼鸟也未见产卵,说明夜鹭的性成熟至少2年以上。导致幼鸟产卵迟的原因仍应视为与性腺成熟有关。

窝卵数方面,Gross(1923)报道为3.3枚,Tremblay(1980)为4.1枚;上海3.67枚(钱国桢等,1986);河南3.35枚(文祯中等,1991);山西3.4枚(张龙胜等,1994);浙江常山夜鹭窝卵3.4枚,与河南、山西一致,余杭窝卵3.67枚,则与上海相同。

3.3 雏鸟生长和体温变化

夜鹭雏鸟为半晚成鸟,体重增长并非标准的Logistic曲线。24日龄前体重增长呈"S"型,23日龄时雏鸟体重为514.2 g,达到成鸟体重的85%左右,并能在树枝上行走,有振翅欲飞的迹象。39日龄有较强的飞翔能力。会飞之前的35日龄始、体重出现下降,直至44日龄,雏鸟体重仍与27日龄时相当。钱国桢等(1986)报道、体重下降在21日龄开始,张龙胜等(1994)在22日龄以后。作者研究表明在28日龄才出现下降,并经几天增长之后又于出飞前4天再次出现下降。

鸟类体温调节机制的发育从亲鸟孵卵时开始,但因种而异。恒温机制的建立主要是神经化学的调节,与神经内分泌控制机制的产生有关(钱国桢等,1977)。对于夜鹭雏鸟生长体温调节机制建立的迟早存在差异。钱国桢等(1986)报道为13日龄,文祯中等(1991)认为在19日龄。作者对人工饲养雏鸟测定,体温调节机制建立在28日龄之后。1日龄雏鸟体温33.8℃,17日龄36℃,其间体温变化不规则。17日龄至28日龄,体温逐日上升,28日龄基本上达到稳定。因此,夜鹭雏鸟体温调节机制建立可划分为3个时期,即①紊乱期(1～17日龄);②上升期(17～28日龄);③稳定期(28日龄以后)。

据浙江夜鹭5只雏鸟体温测量,28日龄时为40℃,在51日龄为41.5℃。而钱国桢等(1986)认为13日龄为40℃,文祯中等(1991)认为19日龄达42℃,25日龄近44℃,显然偏高。

羽毛的覆盖在体温调节机制建立中起辅助作用。钱国桢等（1977）认为羽毛伴随着恒温机制建立而出现却迟于恒温建立。文祯中等（1991）认为恒温机制建立之日正是鹭鸟羽毛完全覆盖丰满之时。从浙江夜鹭研究看，13日龄雏鸟初级飞羽长仅40 mm，尾羽16 mm；21日龄时初级飞羽长仅75 mm，尾羽26 mm，分别只占36日龄初级飞羽、尾羽长的63.6%和30.2%，如此考虑，符合钱国桢等的结论。但从体羽覆盖情况看，19日龄虽已长满羽毛，但其羽片还在生长中，多数体羽的羽缨刚出鞘不久，远未达到丰满程度。因此，以此定为恒温机制建立标准的观点还是值得商榷的。

参 考 文 献

文祯中，孙儒泳，1991 夜鹭 *Nycticorax nycticorax* 的繁殖、生长和恒温能力发育的研究[J]. 信阳师范学院学报，4(4)：92～103. [Wen Z Z, Sun R Y, 1991. The breeding growth and development of homoiothermal ability in black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*). *Journal of Xinyang Teachers College*, 4(4)：92－103.]

朱 曦，林小会，潘峻峰等，1996. 浙江鹭科鸟类的营巢地选择[A]. 见：中国鸟类学会、台北市野鸟学会等主编 中国鸟类研究[M]. 北京：中国林业出版社. 119～123. [Zhu X, Lin X H, Pan J F *et al*, 1996. Factors affecting nesting habitat selection of herons in Zhejiang. In: China Ornithological Society, Wild Bird Society of Taipei *et al*. ed Studies on Chinese Ornithology. Beijing: China Forestry Publishing House. 119－123.]

朱 曦，章立新，梁 峻等，1998. 鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系[J]. 动物学研究，19(1)：45～51. [Zhu X, Zhang L X, Liang J *et al*, 1998. Spatial niche and interspecific relationships of Ardeidae birds in Taigongshan Hill, Zhejiang. *Zoological Research*, 19 (1)：45－51.]

朱 曦，杨春江，1988. 浙江鸟类研究[J]. 浙江林学院学报，5(3)：243～258. [Zhu X, Yang C J. 1988. A survey of birds in Zhejiang Province. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 5(3)：243－258.]

任青峰，1994. 宁夏苍鹭和夜鹭的数量及生态研究[J]. 宁夏大学学报，15(2)：71～75. [Ren Q F, 1994. A study on quantity and ecology of *Arder cinerea* and *Nycticorax nycticorax* in Ningxia. *Journal of Ningria University*, 15(2)：71－75.]

赵肯堂，朱嘉鸣，1989. 苏州地区夜鹭越冬生态调查[J]. 动物学杂志，24(1)：17～20. [Zhao K T, Zhu J M, 1989. An investigation on the hibernation of the black-crowned night heron, *Nycticorax nycticorax* in Suzhou area (Jiangsu Province). *Chinese Journal of Zoology*, 24(1)：17－20]

张龙胜，刘作模，张 峰，1994. 四种鹭类繁殖生态生物学研究[J]. 生态学报，14(1)：80～82. [Zhang L S, Liu Z M, Zhang F, 1994. Breeding ecology and biology of four species of egret and heron *Acta Ecologica Sinica*, 14(1)：80－83.]

诸葛阳，顾辉清，蔡春抹，1990. 浙江动物志(鸟类)[M]. 杭州：浙江科技出版社. 56. [Zhu G Y, Gu H Q, Cai C M, 1990. Fauna of Zhejinag (Aves). Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Publishing House. 56]

钱国桢，王培潮，1977. 鸟类恒温机制建立的初步观察[J]. 动物学报，23(2)：212～218. [Qian G Z, Wang P C, 1977. Preliminary observations on the development of thermoregulatory mechanism of some bird species. *Acta Zoologica Sinica*, 23(2)：212－218.]

钱国桢，王天厚，张词祖等，1986. 夜鹭幼鸟繁殖的生态研究[J]. 动物学研究，7(3)：255～261. [Qian G Z, Wang T H, Zhang C Z *et al*, 1986. Ecological study on the breeding habits of immature night herons, *Nycticorax nycticorax*. *Zoological Research*, 7(3)：255－261.]

颜重威，1991 台湾中部三种鹭鸶的幼雏的食性[J]. 台湾省立博物馆半年刊，44(2)：309～320. [Yen C W, 1991. Food of nestling egrets and night herons in the western lowlands of central Taiwan. *Journal of Taiwan Museum*, 44(2)：309－320.]

Allen R P, 1937. Black-crowned night heron colonies on Long Island [M]. New York: Proc. Linn. Soc., 49：43－51.

Allen R P, Mangels F P, 1940. Studies of the nesting behaviour of the black-crowned night heron[M] New York: Proc. Linn. Soc., 50－51：1－28.

Ashkenazi S, Yom-Tov Y, 1997. The breeding biology of the black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) and the little egret (*Egretta garzetta*) at the Huleh Nature Reserve[J] *Israel. Journal of Zoology*., 242(4)：623－641

Cheng Tso-hsin, 1987. A synopsis of the avifauna of China[M]. Beijing: Science Press. 28－29.

Groos A O, 1923. The black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) of sand neck[J]. *Auk*, 40：1－30.

Howard R, Moore A, 1991. A Complete checklist of the birds of the world[M]. 2nd ed. London: Academic Press: 15.

Hoyt D F, 1979 Practical methods of estimating volume and fresh weight of birds egg[J]. *Auk*, 96：73－77

Hunter R A, Morris R D, 1976 Nocturnal predation by a black-crowned night heron at a common tern colony[J]. *Auk*, 93：629－633.

Huxley J S, 1932. Problems of relative growth[M]. London.

Kazantzidis S, Vassilis G *et al*, 1997. Comparative nest site selection and breeding, success in 2 sympatric aradeids, black-crowned night heron (*Nycticorax nycticorax*) and little egret (*Egretta garzetta*) in the Axios Delta, Macedoria Greece[J] *Colonial Waterbirds*, 20 (3)：505－517.

Loftin R W, Bowman R D, 1978. A device for measuring egg volumes [J]. *Auk*, 95：190－193.

Noble G K, Wurm M, Schmidt A, 1938 Social behavior of the black-crowned night heron[J]. *Auk*, 55：7－40.

Nickell W P, 1966. The nesting of the black-crowned night heron and its associates[J]. *Jack-pine Warbler*, 44：130－139.

Ricklefs R E, 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves[J]. *Ecology*, 48：978－983.

Tremblay J, Ellison L N, 1980. Breeding success of the black-crowned night heron in the St. Lawrence Estuary[J]. *Can. J Zool*., 58：1259－1263.

Thompson W, 1952. On growth and form[M] Cambridge. Univ. Press 47－83.

THE BREEDING HABITS AND GROWTH OF THE NESTLING BLACK-CROWNED NIGHT HERON, *Nycticorax nycticorax*

ZHU Xi[①] YANG Shi-de[②] ZOU Xiao-ping[②] CHEN Wei-zhen[①] REN Jin-bo[①]
(① *Zhejiang Forestry College, Lin'an* 311300, *China*)
(② *Forestry and Water Conservancy Bureau of Yuhang City, Linping* 311100, *China*)

Abstract: From 1994 to 1998, observations on the breeding habits and growth of the nestling of black-crowned heron were made in the Changshan and Yuhang Bird Reserve, Zhejiang Province. The results were as following: ①The adults migrated to this reserve in the middle and late April and lefted in the late September. ② Average height of nests from grownd was 8.51 m and the nests were simple, dash-shapped with following measurements: external diameter 30 – 50 cm, internal diameter 20 – 30 cm, depth 3.5 – 8.0 cm. ③The average number of egg of 35 clutches was 3.49, the incubation period 22 – 26 days, the survival rate in incubation period 95.45%, the length of nursing period about 30 – 35 days. ④The body weight of the nesting was 26.8 g at the 1st day of hatching, and increases to a maximun of 556 g at the 51 th day. The growth of weight in 51 days after birth was fitted by the following model: $W_t = \frac{560}{1 + e^{-0.231(t-12)}}$ with $R^2 = 0.99$. The length-weight relationship could be expressed in the following formula: $W = 0.000246L^{2.5029}$ ⑤The process of establishment of homeothermal ability involved 3 periods: (i) the confused growth period (1 – 16 day); (ii) the growth period (17 – 28 day); (iii) the homeothermal period (after 28 day). ⑥The main food of nestlings is *Cambaroides* (45%), Cyprinidae (40%), Cobitaidae (15%).

Key words: *Nycticorax nycticorax*; Breeding habits; Growth; Development of homeothermal ability; Food composition